

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

10/03 0705



DE 00/02299

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

E J W

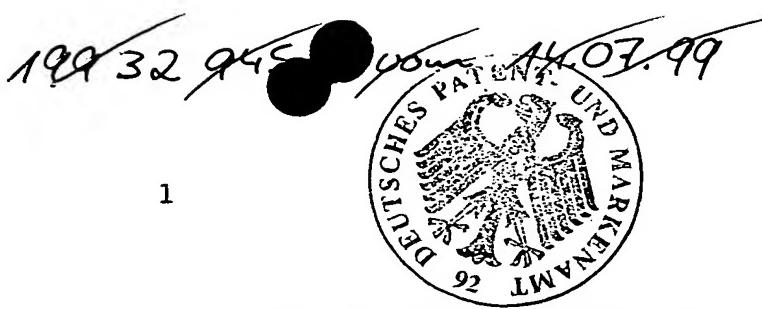
**Aktenzeichen:** 199 32 945.1  
**Anmeldetag:** 14. Juli 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren, Anordnung und Computerprogramm  
zur Vorverarbeitung  
**IPC:** G 05 B , G 06 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. August 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Jdoat

**.1S PAGE BLANK (USPTO)**



1

Beschreibung**Verfahren, Anordnung und Computerprogramm zur Vorverarbeitung**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren, eine Anordnung und ein Computerprogramm zur Vorverarbeitung

Im Rahmen einer Vorverarbeitung wird zweckmäßig in einem Schritt des Systems-Engineering ein Prozeßmodell für ein

10 technisches System ermittelt. Solch ein Prozeßmodell wird mit wachsender Komplexität des technischen Systems schnell unübersichtlich. Damit verbunden sind Fehlerquellen bei Veränderung, Anpassung und Umsetzung des Prozeßmodells. Auch kann ein Prozeßmodell für ein bereits existierendes technisches  
15 System mit dem Ziel der Verbesserung ermittelt werden. Gerade wenn das reale technische System als Vorlage für das Prozeßmodell dient, wird das Modell selbst schnell unübersichtlich; ein Optimierung ist nur schwer, mit enormem Aufwand und hoher Fehleranfälligkeit möglich.

20

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorverarbeitung zu ermöglichen, anhand derer systematisch und fehlertolerant eine Prozeßmodell optimiert werden kann.

25 Hierbei sei angemerkt, daß die Vorverarbeitung vorteilhaft als Eingabe für weitere Schritte, z.B. einen Entwurf, sei es ein Neuentwurf, eine Anpassung, eine Steuerung oder eine Neuinstellung eines technischen Systems dienen kann. Interessant dabei ist u.a. eine Bearbeitung der Daten in dem Prozeßmodell, so daß daraufhin z.B. ein verbesserter Betrieb des  
30 technischen Systems gewährleistet ist.

Die Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich  
35 auch aus den abhängigen Ansprüchen.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Vorverarbeitung angegeben, bei dem Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmt werden. Anhand der Wirkungen wird die Vorverarbeitung durchgeführt.

5

Dabei ist es eine Ausgestaltung, daß die Vorverarbeitung eine Optimierung des Prozeßmodells ist.

Insbesondere kann vorteilhaft das Prozeßmodell anhand einer

- 10 Vielzahl von typverschiedenen Komponenten mit jeweils unterschiedlichen Wirkungen ermittelt werden. Die Vorverarbeitung erfolgt zweckmäßig, indem die Wirkungen der Komponenten berücksichtigt werden. Dabei wird das Zusammenspiel der Komponenten untereinander in dem Prozeßmodell berücksichtigt.
- 15 Stellt man auf bestimmte Wirkungen ab, die im Hinblick auf besagte Vorverarbeitung zu optimieren sind, so kann das Prozeßmodell im Hinblick auf eine gegebenenfalls konkrete Umsetzung in Form eines technischen Systems verbessert bzw. optimiert werden.

20

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß die Optimierung durch mindestens einen der folgenden Schritte erfolgt:

- a) Parallelisierung von Komponenten:

25 Eine Parallelisierung erfolgt zweckmäßig dann, wenn Wirkungen von Komponenten in Bezug aufeinander unabhängig sind. In so einem Fall kann eine parallele Verarbeitung erfolgen.

- 30 b) Eliminierung einer Komponente

Eine überflüssige Komponente kann automatisch ermittelt und eliminiert werden. Dies hat zur Folge, daß überflüssige Aktionen unterbunden werden können.

- 35 c) Einführung einer geprüften Zwischenkomponente

Eine Vielzahl von Komponenten können sich untereinander stark beeinflussen. Bei sicherheitsrelevanten Ap-

plikationen ist es vorteilhaft, eine logische Entkopp-  
lung vorzusehen, anhand derer Zustände innerhalb des  
Prozeßmodells als sicher bestimmbar sind. Solch ein  
Zustand wird vorzugsweise anhand einer geprüften Kom-  
ponente, hier einer Zwischenkomponente, die zusätzlich  
eingefügt wird, festgestellt.

Eine Weiterbildung besteht darin, daß die Komponenten ihrer  
Bedeutung nach unterschieden werden in Form von Ergebnissen

und/oder Tätigkeiten. Vorzugsweise wechseln sich (zusammen-  
faßbare) Ergebnisse und (zusammenfaßbare) Tätigkeiten ab. So-  
mit sind die Wirkungen auf ein Ergebnis bzw. von einem Ergeb-  
nis und umgekehrt auf eine Tätigkeit bzw. von einer Tätigkeit  
bestimmbar.

15

Dabei können insbesondere folgende Wirkungen bestimmt werden:

- a) Einfluß mindestens eines Ergebnisses, das einer Tätig-  
keit vorausgeht;
- b) Einfluß einer Tätigkeit auf mindestens ein nachfolgen-  
des Ergebnis;
- c) Einfluß mindestens einer Tätigkeit, die einem Ergebnis  
vorausgeht;
- d) Einfluß eines Ergebnisses auf mindestens eine nachfol-  
gende Tätigkeit;

25

Wirkungen können somit als Beeinflussung eines Ergebnisses  
durch vorausgehende Ergebnisse/Tätigkeiten und als Einwirkun-  
gen eines Ergebnisses auf nachfolgende Ergebnisse/Tätigkeiten  
aufgefaßt werden.

30

Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, daß mit der Vorver-  
arbeitung eine Strukturanalyse durchgeführt wird. Die Struk-  
turanalyse zielt darauf ab, in dem Prozeßmodell Ansatzpunkte  
für eine Optimierung zu finden. Die Aufbereitung des Prozeß-  
modells kann insbesondere im Hinblick auf seine Struktur er-  
folgen, wobei die Strukturanalyse es ermöglicht, aufbauend  
auf dieser Struktur, Ansatzpunkte zur Optimierung zu bestim-

men. Zweckmäßig eingesetzt werden kann ein Prozeßmodell in Form einer Strukturdarstellung, die besagte Tätigkeiten und Ergebnisse (in Abwechslung zueinander) aufweist.

- 5 Auch ist es eine Weiterbildung, daß das Ergebnis der Vorverarbeitung, insbesondere die Struktur zum Entwurf eines technischen Systems eingesetzt wird. Dabei kann der Entwurf des technischen Systems umfassen einen Neuentwurf, eine Anpassung, eine Validierung, eine Optimierung oder eine Steuerung  
10 des technischen Systems.

Ferner ist zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur Vorverarbeitung vorgesehen, die eine Prozessoreinheit umfaßt, welche Prozessoreinheit derart eingerichtet ist, daß

- 15 a) Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmbar sind;  
b) anhand der Wirkungen die Vorverarbeitung durchführbar ist.  
  
20 Auch ist ein Computerprogramm zur Lösung der Aufgabe vorgesehen, anhand dessen bei Laden und Ausführen auf einer Prozessoreinheit die folgenden Schritte ausführbar sind:  
a) es werden Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmt;  
25 b) anhand der Wirkungen wird die Vorverarbeitung durchgeführt.

- Die Anordnung und gleichermaßen das Computerprogramm sind insbesondere geeignet zur Durchführung des erfindungsgemäßen  
30 Verfahrens oder einer seiner vorstehend erläuterten Weiterbildungen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen dargestellt und erläutert.

35

Es zeigen

Fig.1 einen Graphen, der Wirkungen (Einflüsse) von Ergebnissen und Tätigkeiten darstellt;

5 Fig.2 ein Koordinatensystem zur Klassifizierung von Ergebnissen;

Fig.3 eine Skizze mit alternativen Formen für das Koordinatensystem von Fig.2;

10 Fig.4 ein Koordinatensystem, das die Bedeutungen der einzelnen Bereiche zur Klassifizierung von Ergebnissen veranschaulicht;

15 Fig.5 eine Aufsplittung in parallele Ergebnisse (bei speisenden Ergebnissen);

Fig.6 eine Aufsplittung in ein geprüftes Ergebnis (bei speisenden Ergebnissen);

20 Fig.7 eine Aufsplittung in parallele Ergebnisse (bei sammelnden Ergebnissen);

25 Fig.8 eine Aufsplittung in ein geprüftes Ergebnis (bei sammelnden Ergebnissen);

Fig.9 eine Skizze mit einer Parallelisierung bei puffernden Ergebnissen;

30 Fig.10 eine Skizze mit einer Eliminierung eines Ergebnisses bei puffernden Ergebnissen;

Fig.11 eine Aufsplittung in parallele Ergebnisse (bei kritischen Ergebnissen);

35 Fig.12 eine Aufsplittung in ein geprüftes Ergebnis (bei kritischen Ergebnissen);

Fig.13 eine Tabelle mit Beispielen für eine Beeinflussung  $B_E$  eines Ergebnisses durch vorangegangene Ergebnisse und Tätigkeiten;

5 Fig.14 eine Prozessoreinheit.

## EINFLÜSSE VON ERGEBNISSEN UND TÄTIGKEITEN

- 10 Ein Ergebnis  $E$  in einem (Engineering-)Prozeß, und damit in einem Prozeßmodell, wird in einem bestimmten Maß von allen unmittelbar vorausgehenden Ergebnissen beeinflußt. Andererseits wirkt ein Ergebnis auf alle unmittelbar nachfolgenden Ergebnisse. In Fig.1 sind diese Einflüsse in einem Ausschnitt eines Prozeßmodells dargestellt, wobei jedes Ergebnis mit  $e_{ik}$  gekennzeichnet ist. Dabei werden für die Darstellung die folgenden Modellelemente eingesetzt:
- a) Kasten = Ergebnis,
  - b) Pfeil = Tätigkeit,
  - 20 c) gestrichelter Pfeil = Informationsfluß.

Ein Einfluß von einem Ergebnis auf ein nachfolgendes Ergebnis besteht, wenn zwischen diesen Ergebnissen mindestens eine Verbindung über Tätigkeiten oder Informationsflüsse vorhanden ist.

Der Einfluß des  $i$ -ten auf das  $k$ -te Ergebnis wird bestimmt als  $e_{ik}$  mit

$$(1) \quad 0 \leq e_{ik} \leq 1 \quad i, k \in N.$$

30

Dabei bedeutet der Wert 1 "größtmöglicher Einfluß", der Wert 0 bedeutet "kein Einfluß".

Weiterhin wird jede Tätigkeit  $T$  in einem (Engineering-)Prozeß (Prozeßmodell) in bestimmtem Maß von allen unmittelbar vorausgehenden Ergebnissen beeinflußt. Andererseits wirkt eine Tätigkeit auf alle unmittelbar nachfolgende Ergebnisse. In

Fig.1 sind diese Einflüsse dargestellt und jeweils mit einem indizierten "t" gekennzeichnet.

- Ein Einfluß besteht zwischen einem Ergebnis und den daraus
- 5 direkt oder über Informationsflüsse entspringenden Tätigkeiten sowie zwischen einer Tätigkeit und den daraus direkt oder über Informationsflüsse resultierenden Ergebnissen.

Der Einfluß des i-ten Ergebnisses auf die n-te Tätigkeit wird

10 definiert als  $t_{in}$  mit

$$(2) \quad 0 \leq t_{in} \leq 1 \quad i \in N; n \in [a, b, c, \dots].$$

Analog wird der Einfluß der m-ten Tätigkeit auf das k-te Ergebnis definiert als  $t_{mk}$  mit

15 (3)  $0 \leq t_{mk} \leq 1 \quad m \in [a, b, c, \dots]; k \in N.$

Dabei bedeutet der Wert 1 "größtmöglicher Einfluß", der Wert 0 bedeutet "kein Einfluß".

20 Beispielsweise bezeichnen in Fig.1:

- $t_{2a}$ : Einfluß des Ergebnisses  $E_2$  auf die Tätigkeit  $T_a$ ;
- $e_{23}$ : Einfluß des Ergebnisses  $E_2$  auf das Ergebnis  $E_3$ ;
- $t_{a3}$ : Einfluß der Tätigkeit  $T_a$  auf das Ergebnis  $E_3$ .

### 25 Beeinflussung eines Ergebnisses

- Mit  $B_E$  wird die Beeinflussung eines Ergebnisses durch vorausgehende Ergebnisse und/oder Tätigkeiten bezeichnet. Die Beeinflussung des k-ten Ergebnisses wird definiert als Summe der Einflüsse  $e_{ik}$  aller unmittelbar vorausgehenden Ergebnisse
- 30 zuzüglich der Summe der Einflüsse aller unmittelbar vorausgehenden Tätigkeiten.

$$(4) \quad B_Ek = \sum_i e_{ik} + \sum_m t_{mk} \quad i, k \in N; m \in [a, b, c, \dots]$$

### Einwirkung eines Ergebnisses

- 35 Mit  $W_E$  wird die Einwirkung eines Ergebnisses auf nachfolgende Ergebnisse und Tätigkeiten bezeichnet. Die Einwirkung des i-

ten Ergebnisses wird definiert als Summe der Einflüsse  $e_{ik}$  auf alle unmittelbar nachfolgenden Ergebnisse plus der Summe der Einflüsse auf alle unmittelbar nachfolgenden Tätigkeiten.

$$(5) \quad W_{Ei} = \sum_k e_{ik} + \sum_n t_{in} \quad i, k \in N; n \in [a, b, c, \dots].$$

5

### Beeinflussung einer Tätigkeit

Analog wird mit  $B_T$  die Beeinflussung einer Tätigkeit durch vorausgehende Ergebnisse bezeichnet. Die Beeinflussung der  $n$ -ten Tätigkeit wird definiert als Summe der Einflüsse  $t_{in}$  aller unmittelbar vorausgehenden Ergebnisse.

10

$$(6) \quad B_{Tn} = \sum_i t_{in} \quad i \in N; n \in [a, b, c, \dots].$$

### Einwirkung einer Tätigkeit

Analog wird mit  $W_T$  die Einwirkung einer Tätigkeit auf nachfolgende Ergebnisse bezeichnet. Die Einwirkung der  $m$ -ten Tätigkeit wird definiert als Summe der Einflüsse  $t_{mk}$  auf alle unmittelbar nachfolgenden Ergebnisse

$$(7) \quad W_{Tm} = \sum_k t_{mk} \quad k \in N; m \in [a, b, c, \dots].$$

20

## STRUKTURANALYSE

### Einflüsse von Ergebnissen und Tätigkeiten bei der Strukturanalyse

Für eine rein strukturelle Analyse des Aufbaus von Prozeßmodellen wird insbesondere das Maß der Einflüsse von Ergebnissen und Tätigkeiten nicht berücksichtigt; von Bedeutung ist lediglich, ob ein Einfluß besteht oder nicht. In den Gleichungen (1) bis (7) nehmen die Werte  $e_{ik}$ ,  $t_{in}$  und  $t_{mk}$  folglich den Wert 1 an, falls ein Einfluß besteht.

30

Alternativ kann mit verschiedenen Einflüssen gerechnet werden; dann liegen die Werte bevorzugt in einem Bereich zwischen 0 und 1 (siehe obige Definitionen).

In Fig.1 ergibt sich demnach für das Ergebnis E<sub>3</sub>:

- Beeinflussung:  $B_{E3} = 2 + 1 = 3$   
(zwei vorausgehenden Ergebnisse und eine vorausgehenden Tätigkeit)
- 5 - Einwirkung:  $W_{E3} = 2 + 2 = 4$   
(zwei nachfolgende Ergebnisse und zwei nachfolgende Tätigkeiten)

und für die Tätigkeit T<sub>a</sub> folgt:

- 10 - Beeinflussung:  $B_{Ta} = 2$   
(zwei vorausgehenden Ergebnisse)
- Einwirkung:  $W_{Ta} = 1$   
(ein nachfolgendes Ergebnis)

15 Weitere Beispiele sind in Fig.13 angegeben.

### Koordinatensystem zur Klassifizierung der Modellelemente

Im folgenden werden die Ergebnisse eines Prozeßmodells betrachtet. Die Überlegungen können analog für Tätigkeiten angeführt werden.

Für jedes Ergebnis eines Prozeßmodells werden die Beeinflussung  $B_E$  und die Einwirkung  $W_E$  nach den Gleichungen (4) und (5) ermittelt. Zusätzlich wird für jede dieser Größen der arithmetische Mittelwert über alle Ergebnisse und die Standardabweichung  $\sigma$  vom Mittelwert gebildet.

Der arithmetische Mittelwert  $M_{BE}$  der Beeinflussungen ergibt sich gemäß:

30

$$(8a) \quad M_{BE} = \frac{1}{a} \cdot \sum_{k=1}^a B_{Ek},$$

10

wobei a die Anzahl der Ergebnisse bezeichnet. Die Standardabweichung  $\sigma_{BE}$  vom Mittelwert der Beeinflussungen ergibt sich gemäß:

$$5 \quad (8b) \quad \sigma_{BE} = \sqrt{\frac{1}{a-1} \sum_{k=1}^a (B_{Ek} - M_{BE})^2}$$

Der arithmetische Mittelwert der Einwirkungen ergibt sich zu:

$$(9a) \quad M_{WE} = \frac{1}{a} \cdot \sum_{i=1}^a w_{Ei}$$

10

Die Standardabweichung  $\sigma_{WE}$  vom Mittelwert der Beeinflussungen ergibt sich gemäß:

$$(9b) \quad \sigma_{WE} = \sqrt{\frac{1}{a-1} \sum_{i=1}^a (w_{Ei} - M_{WE})^2}$$

15

Mit Hilfe der Kenngrößen "Beeinflussung" und "Einwirkung" sowie der jeweiligen Mittelwerte und Standardabweichungen kann nun eine Klassifizierung der Ergebnisse vorgenommen werden. Dazu wird ein Koordinatensystem bestimmt, auf dessen Abszisse 20 die Beeinflussung und auf dessen Ordinate die Einwirkung aufgetragen sind (vergleiche Fig.2).

In dieses Koordinatensystem werden die Geraden

$$(10) \quad B_E = M_{BE}$$

25 und

$$(11) \quad w_E = M_{WE}$$

eingezeichnet. Dadurch entstehen im 1. Quadranten des Koordinatensystems zunächst vier Bereiche.

30 Ein fünfter Bereich wird um dem Schnittpunkt

$$(12) \quad X ( M_{BE} ; M_{WE} )$$

der beiden Geraden gemäß Gleichung (10) und Gleichung (11) definiert. Dazu werden zunächst folgende Punkte im Koordinatensystem ermittelt:

- 5           (13) A (  $M_{BE} - f_B \sigma_{BE}$  ;  $M_{WE}$  ),  
              (14) B (  $M_{BE}$  ;  $M_{WE} + f_W \sigma_{WE}$  ),  
              (15) C (  $M_{BE} + f_B \sigma_{BE}$  ;  $M_{WE}$  ),  
              (16) D (  $M_{BE}$  ;  $M_{WE} - f_W \sigma_{WE}$  ).

~~MIT dem Faktor  $f_B$  wird dabei der Abstand der Punkte A und C~~

10 vom Schnittpunkt X, mit  $f_W$  der Abstand der Punkte B und D vom Schnittpunkt X festgelegt. Mit

- (17)  $0 \leq f_B \leq 3$   
       (18)  $0 \leq f_W \leq 3$

erhält man Abstände im Bereich zwischen 0 und  $3\sigma$ .

15 Durch Verbinden der Punkte A mit B, B mit C, C mit D und schließlich D mit A ergibt sich eine Raute 201, deren Fläche den fünften Bereich definiert. In Fig.2 sind das Koordinatensystem und die fünf Bereiche dargestellt

20 Für diesen fünften Bereich 201 sind auch andere geometrische Formen (Rechteck, Ellipse etc.) denkbar. In Fig.3 sind einige davon dargestellt. Diese Formen können wahlweise zur Verfügung gestellt werden.

25

### Bedeutung der Bereiche im Koordinatensystem

Jedes Modellelement wird entsprechend seiner Werte für Beeinflussung und Einwirkung in das Koordinatensystem eingeordnet und fällt dabei in einen der o.g. fünf Bereiche bzw. auf die 30 Abszisse oder die Ordinate des Koordinatensystems. In Fig.4 ist dies veranschaulicht:

- Im einem zentralen Bereich 401 befinden sich "unauffällige" oder neutrale Ergebnisse. Abhängig vom aktuell untersuchten Prozeßmodell, sollten die Faktoren  $f_B$  und  $f_W$ , 35 sowie die geometrische Form des zentralen Bereichs 401 so gewählt werden, daß dieser Bereich den größten Teil

der Ergebnisse enthält. Als Voreinstellung wird für die Form des zentralen Bereichs 401 z.B. die Raute sowie für die Faktoren z.B.  $f_B = 1$  und  $f_W = 1$  gewählt.

5 In den vier Bereichen 402, 403, 404 und 405 außerhalb des zentralen Bereichs 401 befinden sich die "auffälligen Ergebnisse".

- Im linken oberen Bereich 402 befinden sich stark wirkende Ergebnisse, die selbst wenig beeinflußt werden. Dies sind demnach Ergebnisse, die vorwiegend speisenden Charakter haben.
- Im rechten unteren Bereich 404 befinden sich stark beeinflußte Ergebnisse, die selbst nur in geringem Maße Einwirkung entfalten (Ergebnisse mit sammelndem Charakter).
- Im linken unteren Bereich 405 befinden sich Ergebnisse, die wenig beeinflußt werden und wenig wirken. Dies sind Ergebnisse mit puffernden Charakter.
- Im rechten oberen Bereich 403 befinden sich stark wirkende Ergebnisse, die selbst stark beeinflußt werden. Dies sind Ergebnisse mit kritischem Charakter.
- Auf der Ordinate 407 des Koordinatensystems befinden sich Ergebnisse, die ausschließlich wirken, also selbst nicht beeinflußt werden. Dies sind rein speisende Ergebnisse (z.B. Startpunkte).
- Auf der Abszisse 406 des Koordinatensystems befinden sich Ergebnisse, die ausschließlich beeinflußt werden und selbst nicht wirken. Dies sind rein sammelnde Ergebnisse (z.B. Endergebnisse).

30

## OPTIMIERUNG, STRUKTURANALYSE

Aus der Strukturanalyse können die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Optimierung des Prozeßmodells abgeleitet werden.

**neutrale Ergebnisse**

Diese Ergebnisse sind hinsichtlich der Strukturanalyse unauffällig und müssen in diesem Zusammenhang nicht weiter betrachtet werden.

5

**speisende Ergebnisse**

Diese Ergebnisse wirken stark auf eine größere Zahl unmittelbar nachfolgender Ergebnisse und Tätigkeiten. Fehler oder Unzulänglichkeiten in solchen Ergebnissen können sich demzufolge vielfach verbreiten.

10

Solche Ergebnisse sollten hinsichtlich ihrer Einwirkung überschaubar gehalten und entsprechend überprüft werden.

15 Für eine Optimierung werden daher insbesondere folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen:

20 ⇒ Aufsplitten in parallel liegende Teilergebnisse, die jeweils weniger Einwirkungen besitzen. Fig.5 zeigt ein Ergebnis 501 mit den vier Einwirkungen 502 bis 505.

Durch Aufsplitten 506 des Ergebnisses 501 ergeben sich ein Teilergebnis 507 mit den Einwirkungen 509, 510 und ein Teilergebnis 508 mit den Einwirkungen 511, 512.

25

⇒ Einfügen einer Überprüfung, anhand derer sichergestellt wird, daß ein Ergebnis, das eine (vielfache) Einwirkung ausübt, überprüft wird. In Fig.6 ist ein Ergebnis 601 mit Einwirkungen 602 bis 605 dargestellt. Durch die Überprüfung (engl.: Review) 607 des Ergebnisses 606 ergibt sich ein geprüftes Ergebnis 608 mit den Einwirkungen 609 bis 612.

30

**sammelnde Ergebnisse**

Diese Ergebnisse werden von einer größeren Zahl unmittelbar

35 vorhergehender Ergebnisse und Tätigkeiten beeinflußt. Aufgrund der vielfältigen Einwirkungen, z.B. durch Daten aus unterschiedlichen Ergebnissen und durch Tätigkeiten vieler un-

terschiedlicher Bearbeiter, können solche Ergebnis zu Schwierigkeiten führen. Insbesondere kann eine termingerechte Fertigstellung eines Produkts bzw. eines technischen Systems gefährdet sein, eine Überschaubarkeit der Zusammenhänge wegen 5 des stark ausgeprägten sammelnden Charakters verloren gehen oder Inkonsistenzen in den Daten auftreten.

Solche Ergebnisse werden insbesondere hinsichtlich eines Fertigstellungstermins sorgfältig überprüft, hinsichtlich des 10 Inhalts überschaubar gehalten und nach der Fertigstellung auf Konsistenz geprüft werden.

Für eine Optimierung werden daher folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen:

15

⇒ Es erfolgt eine Aufsplittung in parallel liegende Teilergebnisse. Dabei weisen die Teilergebnisse weniger Beeinflussungen auf, was dazu führt, daß deren jeweiliger Inhalt überschaubar und einfacher konsistent zu halten ist. In Fig.7 ist ein Ergebnis 701 mit Beeinflussungen 702 bis 705 dargestellt. Die Aufsplittung erfolgt derart, daß zwei Beeinflussungen 707 und 708 auf ein Ergebnis 706 und zwei Beeinflussungen 710 und 20 711 auf ein Ergebnis 709 wirken. Die Ergebnisse 706 und 709 werden daraufhin zusammengefaßt (siehe Einwirkung 25 712).

30

35

⇒ Einfügen einer Überprüfung, um das Ergebnis hinsichtlich der Konsistenz der vielfältigen aufgesammelten Inhalte zu prüfen. In Fig.8 wirken zunächst auf ein Ergebnis 801 die Beeinflussungen 802 bis 805 ein. Die Umgestaltung erfolgt nun derart, daß ein Ergebnis 806, auf das Beeinflussungen 807 bis 810 einwirken überprüft wird (vgl. Review 812) und somit in einem geprüften Ergebnis 811 zusammengeführt wird.

### puffernde Ergebnisse

Diese Ergebnisse werden wenig beeinflußt und wirken gering. Die Erstellung solcher Ergebnisse kann zeitverzögernd wirken bzw. ganz überflüssig sein. Typisch sind Ergebnisse, die in einem sequentiellen Pfad liegen, dessen Tätigkeiten parallelisiert werden können oder es werden z.B. lediglich Formattumsetzungen der enthaltenen Daten (z.B. wegen eines Medienbruchs) vorgenommen.

10 Für eine Optimierung werden die folgenden Möglichkeiten in Betracht gezogen:

⇒ Ist eine Parallelisierung möglich?

Fig.9 zeigt drei in Reihe geschaltete Ergebnisse 901, 902 und 903, wobei eine Tätigkeit  $T_a$  904 das Ergebnis 901 in das Ergebnis 902 und eine Tätigkeit  $T_b$  905 das Ergebnis 902 in das Ergebnis 903 überführt. Die Parallelisierung erfolgt nun derart, daß festgestellt wird, ob das Ergebnis 903 von dem Ergebnis 902 unabhängig ist. Ist dies der Fall, so kann direkt parallel von dem Ergebnis 901 zu dem Ergebnis 902 und dem Ergebnis 903 übergeführt werden. Dieser Sachverhalt ist gezeigt in Fig.9 in der Anordnung der Ergebnisse 906, 907 und 908 untereinander.

⇒ Kann das Ergebnis entfallen?

In Fig.10 sind die Ergebnisse 1001, 1002 und 1003 in einer Sequenz dargestellt, wobei eine Tätigkeit  $T_a$  1004 das Ergebnis 1001 in das Ergebnis 1002 und eine Tätigkeit  $T_b$  das Ergebnis 1002 in das Ergebnis 1003 überführt. Ist das Ergebnis 1002 nicht unbedingt notwendig, kann es entfallen. Es ergibt sich ein Übergang von einem Ergebnis 1006 zu einem Ergebnis 1008 anhand einer Tätigkeit  $T_c$  1007.

### kritische Ergebnisse

Diese Ergebnisse werden von einer größeren Zahl unmittelbar vorhergehender Ergebnisse und Tätigkeiten beeinflußt. Andrerseits wirken sie stark auf eine größere Zahl unmittelbar 5 nachfolgender Ergebnisse und Tätigkeiten.

Aufgrund der vielfältigen Einwirkungen z.B. durch Daten aus unterschiedlichen Ergebnissen und durch Tätigkeiten vieler unterschiedlicher Bearbeiter können solche Ergebnisse problematisch sein. Insbesondere können die termingerechte Fertigstellung eines Systems gefährdet sein, die Überschaubarkeit 10 wegen des stark sammelnden Charakters verloren gehen und Inkonsistenzen der enthaltenen Daten auftreten. Diese Probleme sind besonders kritisch, da sich aufgrund der breiten Einwirkung Fehler oder Unzulänglichkeiten in solchen Ergebnissen 15 vielfach verbreiten können.

Die Ergebnisse werden hinsichtlich z.B. des Fertigstellungs-terms sorgfältig überprüft, hinsichtlich Beeinflussung, Inhalt und Einwirkung überschaubar gehalten und nach der Fer-20 tigstellung eingehend geprüft.

Für eine Optimierung werden daher folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen:

- 25           ⇒ Aufsplitten in parallel liegende Teilergebnisse, mit jeweils weniger Beeinflussungen und Einwirkungen (vgl. Fig.11).
- 30           ⇒ Aufsplitten in aufeinanderfolgende Ergebnisse mit einer dazwischen liegenden Review-Tätigkeit, durch die das Ergebnis geprüft wird (vgl. Fig.12).

## UMSETZUNG, REALISIERUNG

### Analyse

Im Rahmen einer Analyse eines Prozeßmodells und damit eines mit dem Prozeßmodell assoziierten technischen Systems wird vorzugsweise eine Abbildung gemäß Fig.4 eingesetzt. Anhand der Gleichungen (17) und (18) wird die Form des neutralen Bereichs bestimmt. Dazu können diese Gleichungen als Teile einer Modellierung oder einer Bildschirmoberfläche, z.B. als Schaltflächen, ausgestaltet sein.

Als Voreinstellung wird für den neutralen Bereich die Rautenform und für die Faktoren der Gleichungen (17) und (18) der Wert "1" vorgesehen. Veränderungen an diesen Voreinstellungen werden vorzugsweise in dem Koordinatensystem von Fig.4 dargestellt.

Nach Auswahl einer Schaltfläche "Analysieren" wird ein Analyse-Algorithmus gestartet. Dieser Algorithmus ermittelt für jedes Ergebnis die Werte für Beeinflussung und Einwirkung automatisch aus der graphischen Struktur, d.h. aus den Verknüpfungen der einzelnen Modellelemente in dem Prozeßmodell. Die ermittelten Werte werden den einzelnen Ergebnissen im Prozeßmodell zugeordnet. Dies erfolgt zweckmäßig mittels dafür vorgesehener Systemattribute. Zusätzlich werden die Mittelwerte für die Beeinflussung und Einwirkung aller Ergebnisse und die jeweiligen Standardabweichungen berechnet.

### Darstellen der Analyseergebnisse

Das Ergebnis der Analyse wird insbesondere in dem Koordinatensystem dargestellt:

1. Lage und gewählte Größe der Analysebereiche "neutral", "speisend", "sammelnd", "puffernd", "kritisch";
2. Lage der Mittelwerte für Einfluß (Beeinflussung und Einwirkung);
3. Anzahl der Ergebnisse in jedem der fünf Analysebereiche ("neutral", "speisend", "sammelnd", "puffernd", "kritisch");

tisch") sowie auf der Ordinate ("rein speisende" Ergebnisse) bzw. auf der Abszisse ("rein sammelnde" Ergebnisse);

4. Häufigkeitsverteilung: Wieviel Ergebnisse liegen an einer bestimmten Stelle im Koordinatensystem? Hierzu wird das Koordinatensystem schachbrettartig unterteilt. Jeder Koordinate mit ganzen Zahlen wird ein Feld dieses Schachbretts zugeordnet. Durch Zahlen in den Feldern des Schachbretts wird angegeben, wieviel Ergebnisse jeweils

10 bei einer bestimmten Koordinate liegen.

5. Auflisten aller Ergebnisse (z.B. ihrer Bezeichnung nach), die in einem bestimmtem Analysebereich bzw. auf einem bestimmten Feld des "Schachbretts" liegen; Einstellen eines gewünschten Ergebnisses.

15

Nachdem das Analyse-Ergebnis dargestellt wurde, können die Faktoren (siehe Gleichungen (17) und (18)) und die Form des neutralen Bereichs verändert werden. Die Veränderungen werden im Koordinatensystem dargestellt. Insbesondere werden dabei 20 die Punkte 1, 3 und 5 der Ergebnisdarstellung laufend aktualisiert.

### **Bestimmung/Kennzeichnung auffälliger Modellelemente**

Nachdem die Analyse durchgeführt wurde, kann eine Schaltfläche mit der Bezeichnung "Modellelemente einfärben" ausgewählt werden. Dadurch öffnet sich bevorzugt ein Dialogfenster, das für jeden der fünf Analysebereiche ("neutral", "speisend", "sammelnd", "puffernd", "kritisch") sowie für die auf der Ordinate ("rein speisend") bzw. auf der Abszisse ("rein sammelnd") liegenden Ergebnisse anbietet, auf welche Art sie hervorgehoben werden sollen. Vorzugsweise gibt es dafür zu jedem Bereich eine Farbpalette, wobei für jeden Bereich bereits eine andere Farbe voreingestellt ist. Also z.B. schwarz für Ergebnisse im "neutralen" Bereich, rot für "kritische" Ergebnisse etc. Durch anklicken der Schaltfläche "Einfärben" können im Prozeßmodell die Ergebnisse farblich markiert werden.

Fig.13 zeigt eine Tabelle mit Beispielen für eine Beeinflusung BE eines Ergebnisses durch vorangegangene Ergebnisse und Tätigkeiten. Im Rahmen der obigen Ausführungen ist die Fig.13 aus sich heraus verständlich.

In Fig.14 ist eine Prozessoreinheit PRZE dargestellt. Die Prozessoreinheit PRZE umfaßt einen Prozessor CPU, einen Speicher SPE und eine Input/Output-Schnittstelle IOS, die über ein Interface IFC auf unterschiedliche Art und Weise genutzt wird: Über eine Grafikschnittstelle wird eine Ausgabe auf einem Monitor MON sichtbar und/oder auf einem Drucker PRT ausgegeben. Eine Eingabe erfolgt über eine Maus MAS oder eine Tastatur TAST. Auch verfügt die Prozessoreinheit PRZE über einen Datenbus BUS, der die Verbindung von einem Speicher MEM, dem Prozessor CPU und der Input/Output-Schnittstelle IOS gewährleistet. Weiterhin sind an den Datenbus BUS zusätzliche Komponenten anschließbar, z.B. zusätzlicher Speicher, Datenspeicher (Festplatte) oder Scanner.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorverarbeitung

- 5 a) bei dem Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmt werden;
- b) bei dem anhand der Wirkungen die Vorverarbeitung durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

10 bei dem die Vorverarbeitung eine Optimierung des Prozeßmodells ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

15 bei dem die Optimierung erfolgt durch mindestens einen der folgenden Schritte:

- a) Parallelisierung von Komponenten;
- b) Eliminierung einer Komponente;
- c) Einführung einer geprüften Zwischenkomponente.

20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Komponenten ihrer Bedeutung nach unterscheiden werden als Ergebnisse und Tätigkeiten.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

25 bei dem mindestens eine der folgenden Wirkungen bestimmt wird:

- a) Einfluß mindestens eines Ergebnisses, das einer Tätigkeit vorausgeht;
- b) Einfluß einer Tätigkeit auf mindestens ein nachfolgendes Ergebnis;
- c) Einfluß mindestens einer Tätigkeit, die einem Ergebnis vorausgeht;
- d) Einfluß eines Ergebnisses auf mindestens eine nachfolgende Tätigkeit;

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mit der Vorverarbeitung eine Strukturanalyse durchgeführt wird.
  - 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Strukturanalyse in Form einer Abbildung erfolgt, wobei anhand der Abbildung ein für eine Optimierung geeigneter Bereich ermittelt wird.
- 
- 10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Ergebnis der Vorverarbeitung zum Entwurf eines technischen Systems eingesetzt wird.
  9. Anordnung zur Vorverarbeitung, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß
    - a) Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmbar sind;
    - b) anhand der Wirkungen die Vorverarbeitung durchführbar ist.
  10. Computerprogramm anhand dessen beim Laden und Ausführen auf einer Prozessoreinheit die folgenden Schritte ausführbar sind:
    - a) es werden Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmt;
    - b) anhand der Wirkungen wird die Vorverarbeitung durchgeführt.

Zusammenfassung

Verfahren, Anordnung und Computerprogramm zur Vorverarbeitung

- 5 Es wird ein Verfahren zur Vorverarbeitung angegeben, bei dem Wirkungen von Komponenten eines Prozeßmodells auf weitere Komponenten bestimmt werden. Anhand der Wirkungen wird die Vorverarbeitung durchgeführt.

Fig.1

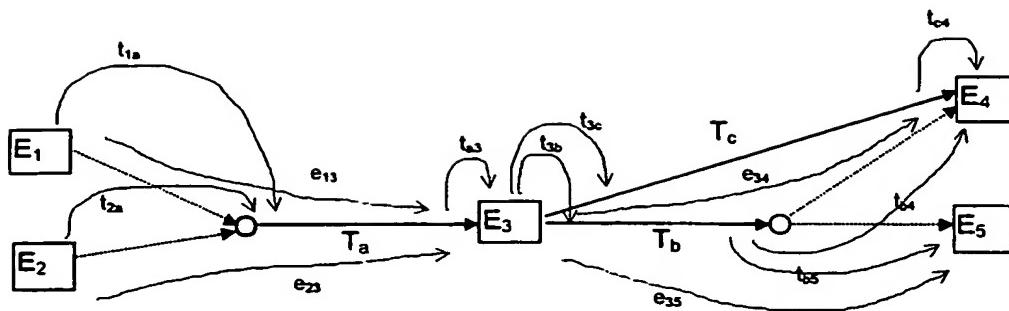


Fig.2

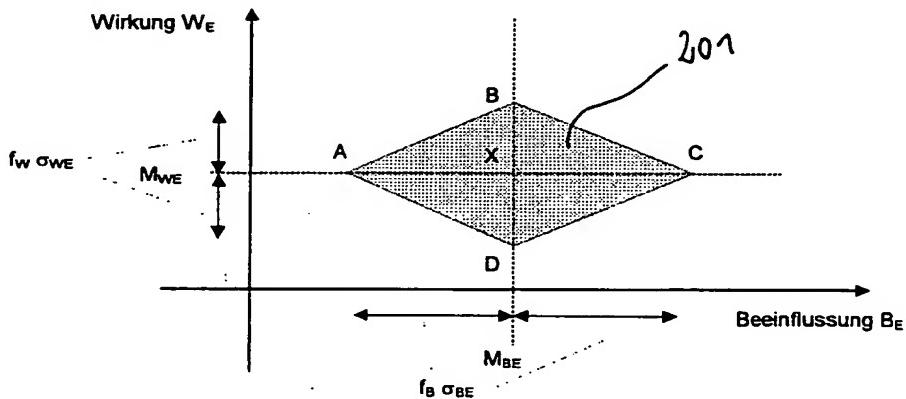


Fig.3

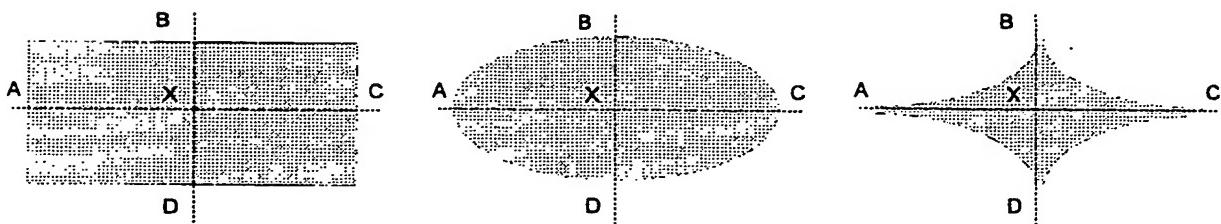


Fig.4

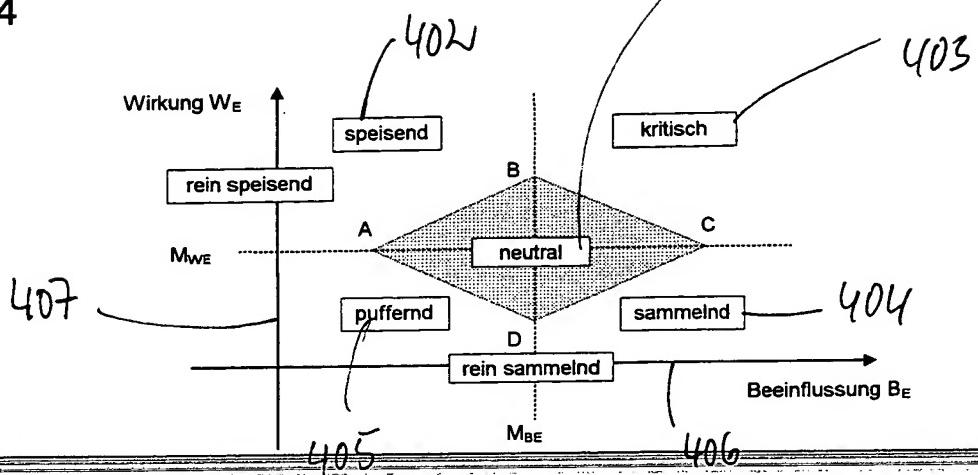


Fig.5

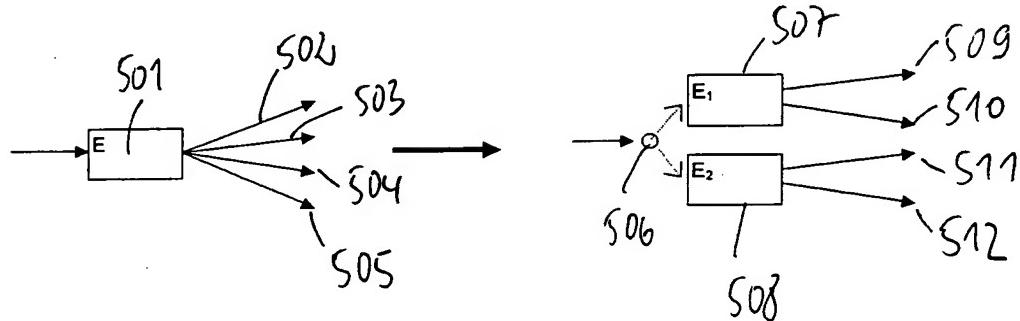


Fig.6

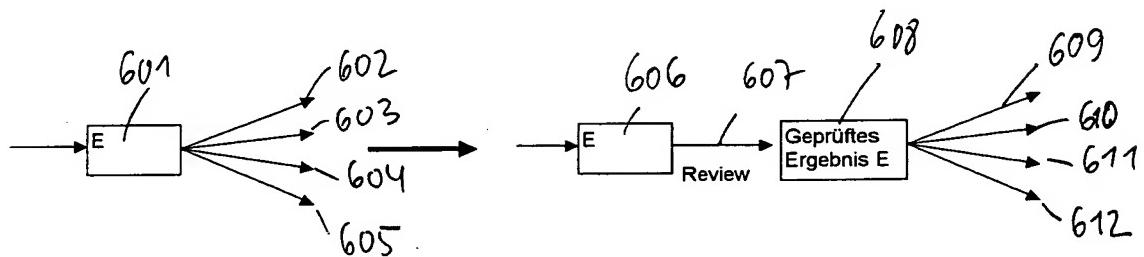


Fig.7

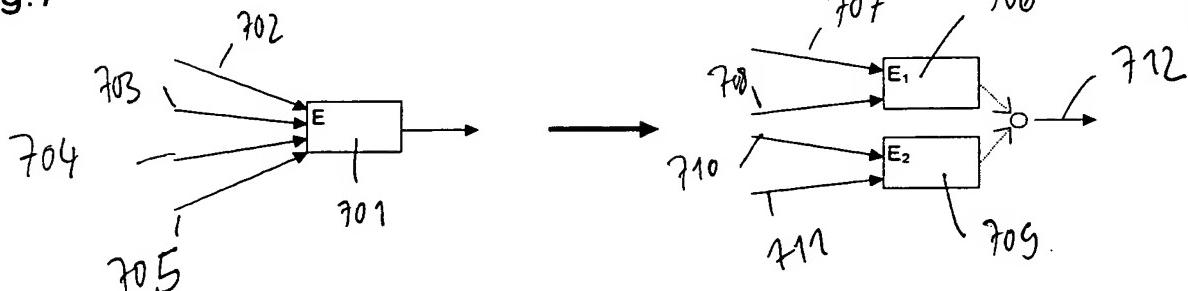


Fig.8

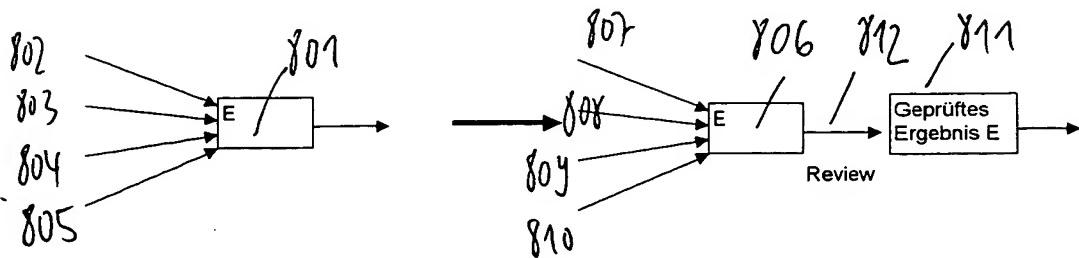


Fig.9

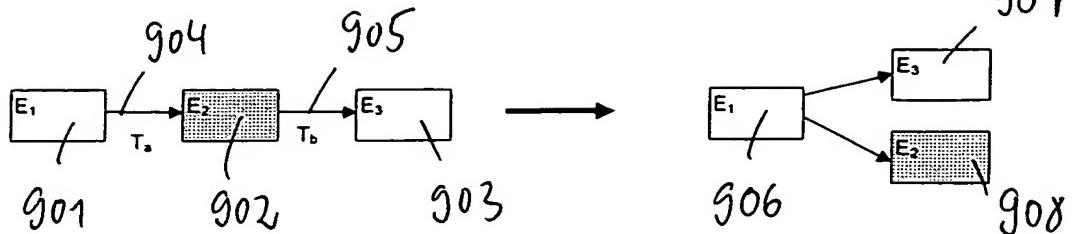


Fig.10

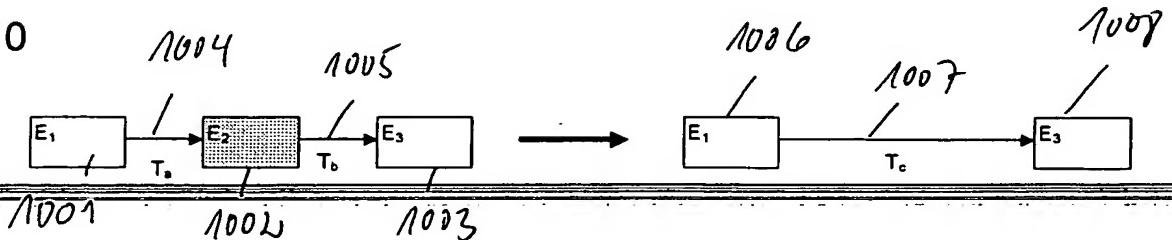


Fig.11

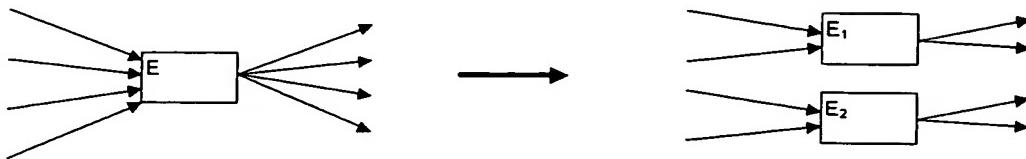


Fig.12

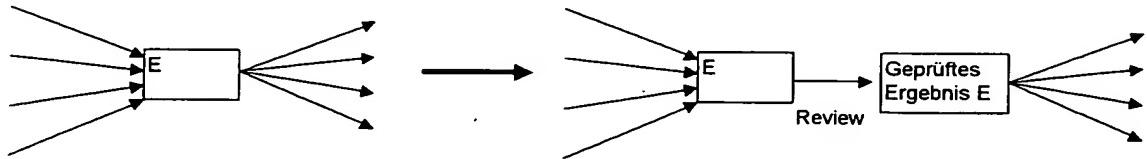


Fig.13

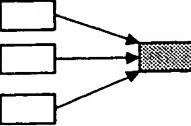
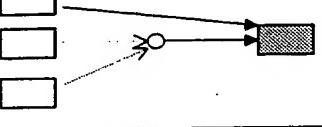
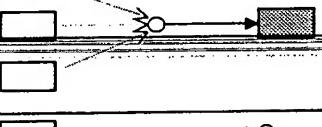
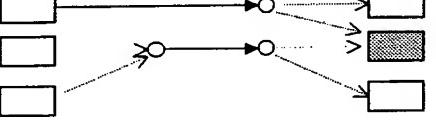
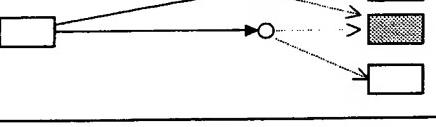
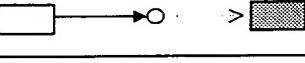
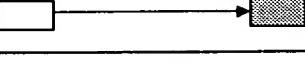
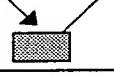
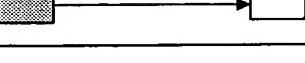
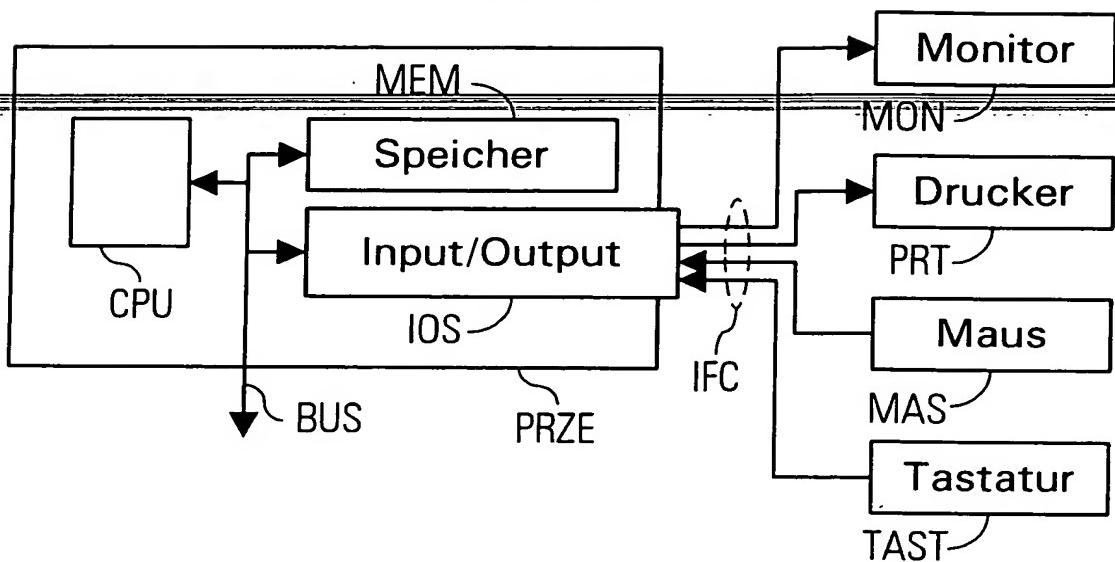
Struktur	beeinflussende Ergebnisse	beeinflussende Tätigkeiten	Beeinflussung $B_E$
	3	3	6
	3	2	5
	3	1	4
	3	2	5
	1	2	3
	1	2	3
	1	1	2
	1	1	2
	1	1	2
	0	0	0
	0	0	0

FIG 14



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*